

К.Ж. Дюсенбиева¹, Б.Р. Таусарова¹, Г.Е. Кричевский²,
А.Ж. Кутжанова¹

¹Алматинский технологический университет,
г. Алматы, Казахстан

²Московский государственный университет технологий
и управления им. К.Г. Разумовского,
г. Москва, Россия

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРИДАНИЯ АНТИСЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Аннотация. В работе рассматривается разработка золь-гель-композиции на основе водно-спиртового раствора тетраэтоксисилана с добавлением ацетата цинка или меди для антимикробной отделки хлопчатобумажной ткани. Преимуществом применения новой композиции является доступность используемых препаратов, а также простота технологического процесса для изготовления широкого ассортимента конкурентоспособных, экологически чистых, биоустойчивых целлюлозных текстильных материалов различного переплетения и различной поверхностной плотности. Разработанный эффективный композиционный состав для биоцидной отделки хлопчатобумажной ткани сравнительно недорог, экологически безопасен, устойчив к мокрым обработкам. В результате исследования установлено, что аппретированная хлопчатобумажная ткань имеет улучшенные антимикробные свойства, не разрушается микроорганизмами в условиях эксплуатации. С помощью электронно-сканирующего микроскопа был обследован элементный состав и морфология пленкообразующих растворов.

Ключевые слова: антимикробная активность, золь-гель-процесс, тетраэтоксисилан, нанопокрyтия, модификация, текстильные материалы.



Түйіндеме. Жобада золь-гель композициялар негізіндегі тетраэтоксисиланның сулы-спирттік ерітіндісінде ацетатты мырыш немесе мыс қоспа-

**Источник финансирования исследований – Алматинский технологический университет.*

сымен мақта-маталарын микробқа қарсы өңдеу қарастырылады. Жаңа композицияның артықшылығы - қолданылатын препараттардың қолжетімділігі, бәсекеге қабілетті кең ассортиментті технологиялық процестің қарапайымдылығы, экологиялық таза биотұрақты целлюлозалық тоқыма материалдардың әртүрлі өрімді және әртүрлі беттік тығыздығы. Мақта - маталарын биоцидтік өңдеуге жобаланған тиімді композициялық құрам салыстырмалы түрде қолжетімді, экологиялық қауіпсіз, дымқыл өңдеулерге төзімді болып табылады. Зерттеу нәтижесінде аппреттелген мақта-мата құрамы жақсартылған микробқа қарсы қасиеттері анықталды, тасымалдау жағдайында микроорганизмдерге төзімді. Электрондық-микроскоптың көмегімен қабық түзетін ерітінді морфологиясы және элементтік құрамы жүргізілді.

Түйінді сөздер: антимикробтық белсенділік, золь гель әдісі, тетроэтоксилан, наноқабат, модификация.



Abstract. We consider the development of sol-gel composition on the basis of water-alcohol solution of tetraethoxysilane with the addition of acetate of copper or zinc for the antimicrobial finishing of cotton fabric. The advantage of use of new composition is the availability of used drugs, also the simplicity of the technological process for production of wide range of competitive, environmentally clean, bio-persistence, cellulose textile materials of different weave and different surface density. The developed effective composite structure for biocidal finishing of cotton fabric is relatively inexpensive, environmentally safe, resistant to water treatments. The study found that dressed cotton fabric has improved antimicrobial properties, cannot be destroyed by micro organisms in the conditions of exploitation. The elemental composition and morphology of film-forming solutions was produced with the help of electron-scanning microscope.

Key words: antimicrobial activity, sol-gel process, tetraethoxysilane, nanocoating, modification, textiles.

Введение. Разработка материалов, обладающих качественными новыми свойствами, позволяющими реализовывать новые, недостижимые с позиций традиционной технологии показатели, является актуальной задачей. Среди многообразия материаловедческих направлений создание новых функциональных и умных материалов является наиболее перспективным для развития нанотехнологий.

Наиболее интересным подходом к созданию функциональных и умных наноматериалов является золь-гель-технология. Данная технология базируется на реакциях гидролиза, гомо- и

гетерополиядерного комплексообразования, полимеризации и поликонденсации [1].

Золь-гель-процесс – это совокупность процессов приготовления материалов, общими признаками которых являются гомогенизация исходных составляющих в виде раствора, их перевод в золь, а затем в гель. Стадия золь-гель-перехода приводит к формированию структурной сетки и протекает в жидкости, обычно в коллоидном растворе [2,3].

К параметрам регулирования процесса относятся: концентрация растворов, температура, pH, время синтеза, природа и концентрация поверхностно-активных веществ и высокомолекулярных соединений [4].

Особенности золь-гель-систем, которые наиболее интересны для применения в микро- и нанoeлектронике, состоят в том, что золи на основе тетраэтоксисилана, гидролизованного в кислой среде, могут быть допированы алкоксидами металлов или неорганическими соединениями. При окончательном формировании материала эти допанты легируют силикатную матрицу образуемого нанокompозита, придавая ей необходимые свойства - антимикробные, гидрофобные, каталитические, электрические и другие [5,6]. Эти свойства матрицы существенным образом зависят от параметров ее пористой структуры, а также химической природы ее поверхности.

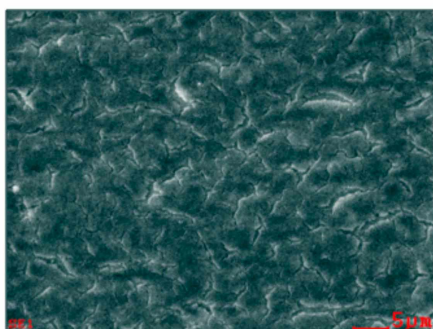
Анализ литературных данных показывает, что золь-гель-метод позволяет достаточно легко получать новые материалы и варьировать свойства их поверхности в широких пределах. В связи с этим является актуальной разработка метода модификации целлюлозных текстильных материалов антимикробными препаратами с их химическим закреплением на поверхности, что позволит значительно повысить устойчивость модифицирующих эффектов, и применение этих материалов для различных целей.

Цель работы – получение целлюлозных материалов с антимикробными свойствами на основе водно-спиртового раствора тетраэтоксисилана с добавлением наночастиц ацетата цинка или меди.

Методы исследования. Для оценки защитной эффективности антимикробных материалов к действию патогенной микрофлоры использовался метод "зон". Сущность метода заключается в том, что образец текстильных полотен, обладающих антимикробными свойствами, засеивают патогенными микробами, которые затем выращивают при температуре 37 °С в течение суток. Показателем антимикробной активности служит величина задержки роста тест микроорганизмов вокруг образца размером 1x1 см. При этом известно, что ярко выраженные антимикробные свойства материалы проявляют при величине задержки роста, равной не менее 4 мм [5,6].

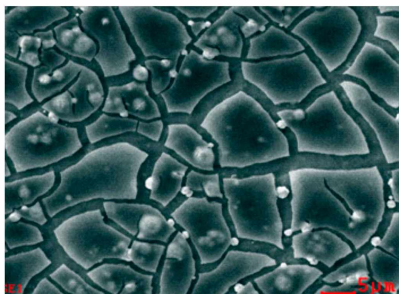
Морфология и микроанализ поверхности обработанных образцов исследовались с помощью электронного сканирующего микроскопа Quanta 3D 200i Dual system (Япония).

Результаты исследований. По результатам электронно-сканирующей микроскопии были исследованы элементный состав двух пленкообразующих растворов. Первый раствор с ацетатом цинка SiK-6,21 %, ZnK-3,98 % (рис.1). Второй раствор с содержанием ацетата меди SiK-14,57 %, CuK-16,08 % (рис.2). Из полученных данных видно, что в пленкообразующих растворах содержатся наночастицы ацетата цинка и меди, придавая высокие антимикробные свойства целлюлозным текстильным материалам.



Element	Wt%	At%
CK	2.67	5.58
OK	9.98	15.64
AlK	77.17	71.72
SiK	6.21	5.54
ZnK	3.98	1.53
Matrix	Correction	ZAF

Рис. 1. СЭМ-изображения и ЭДС-анализ пленкообразующего раствора с ацетатом цинка



Element	Wt%	At%
OK	18.05	29.68
AlK	51.30	50.02
SiK	14.57	13.64
CuK	16.08	6.66
Matrix	Correction	ZAF

Рис. 2. СЭМ-изображения и ЭД-анализ пленкообразующего раствора с ацетатом меди

В качестве тест-микроорганизмов использовались культуры *S.aureus*, *E. coli*, *C. albicans*, *Ps.aeruginosa*. Анализ результатов показывает, что предложенные композиции обладают антимикробными свойствами. Величина зоны задержки после обработки ацетатом цинка составила: *S.aureus* – контроль – 0 мм (см.рис. 1), опыт – 16 мм,

E. coli- контроль – 0 мм, опыт – 9 мм,

C. albicans – контроль – 0 мм, опыт – 16 мм,

Ps.aeruginosa – контроль – 0 мм, опыт – 3 мм.

После обработки ацетатом меди составила:

S.aureus – контроль – 0 мм, опыт – 18 мм, *E. Coli* – контроль – 0 мм, опыт – 10 мм,

C. albicans – контроль – 0 мм, опыт – 18 мм,

Ps.aeruginosa – контроль – 0 мм, опыт – 6 мм.

Антимикробные свойства образцов ткани, обработанных золь-гель-композицией как до, так и после одной, трех и шести стирок, в воде и в моющем средстве, находятся на достаточно высоком уровне. Зона задержки после обработки ацетатом цинка: 1,3 и 6 стирок

S.aureus (рис. 1) – 16 мм (вода), 15 мм (см с),

E. Coli (рис. 2) – 9 мм (вода), 9 мм (см с),

C. Albicans (рис. 3) – 16 мм (вода), 15 мм (смс).

После обработки ацетатом меди:

S.aureus (рис. 1) – 16 мм (вода), 16 мм (см с),

E. coli (рис. 2) - 10 мм (вода), 10 мм (см с),

C. albicans (рис. 3) - 18 мм (вода), 16 мм (смс).

Исключением являются свойства образцов по отношению к штамму *Ps.aeruginosa*, где величина зоны задержки составила 0 мм (рис. 4).

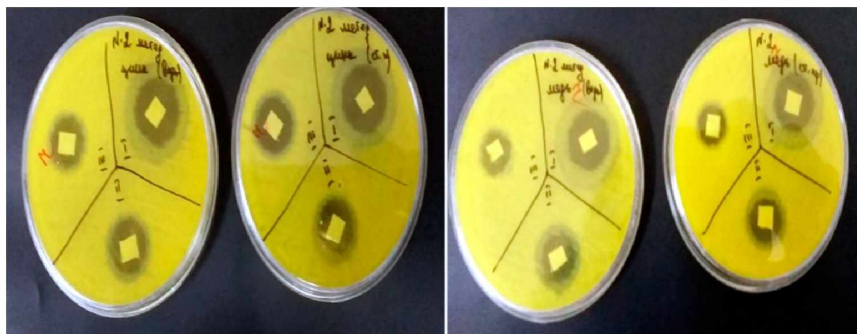


Рис. 1. Антимикробная активность обработанного образца против *S.aureus*: I – после первой стирки; II – после 3-х стирок, III – после 6 стирок

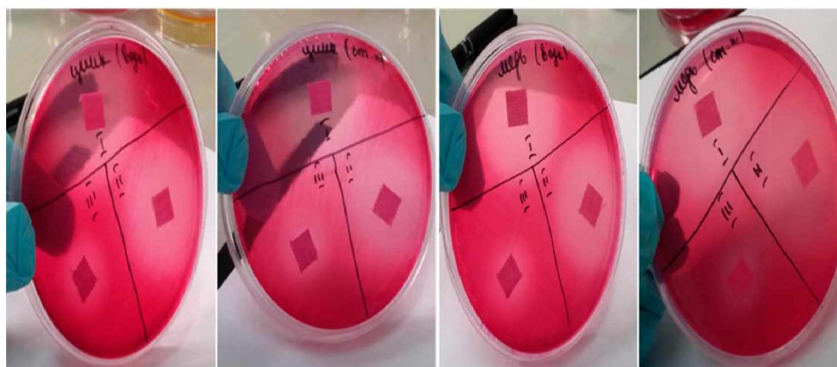


Рис. 2. Антимикробная активность обработанного образца против *E. coli*: I – после первой стирки; II – после 3-х стирок; III – после 6 стирок

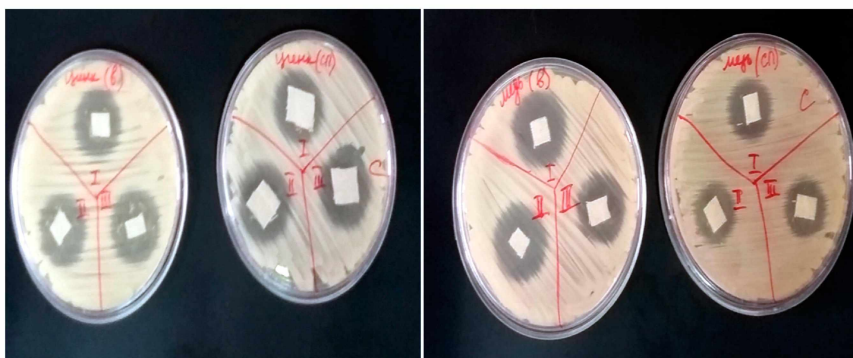


Рис. 3. Антимикробная активность обработанного образца против *C. albicans*: I – после первой стирки; II – после 3-х стирок; III – после 6 стирок

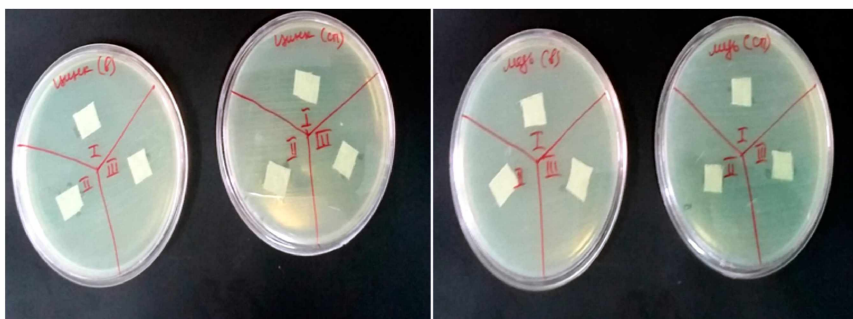


Рис. 4. Антимикробная активность обработанного образца против *Ps. Aeruginos*: I – после первой стирки; II – после 3-х стирок; III – после 6 стирок

Выводы

Осуществлена модификация целлюлозных текстильных материалов золь-гель-методом путем применения тетраэтоксисилана с добавками наночастиц ацетата цинка или меди, для снижения риска распространения болезнетворных бактерий.

С помощью электронно-сканирующей микроскопии исследован элементный состав двух пленкообразующих растворов. В результате выявлено, что технология обеспечивает закрепле-

ние наночастиц ацетата цинка и меди на поверхности целлюлозной ткани.

Установлено, что предложенная золь-гель-композиция для модифицирования целлюлозных тканей создает устойчивый антисептический эффект к многократным влажно-тепловым обработкам.

Список литературы

1 *Torsten Textor., Boris Mahltig.* A sol-gel based surface treatment for preparation of water repellent antistatic textiles // *Applied Surface Science*, 2010. - P. 1668-1674.

2 *Xueliang Xiao., Fang Chen., Qufu Wei., Ning Wu.* Surface modification of polyester nonwoven fabrics by Al₂O₃ sol-gel coating // *J. Coat. Technol. Res.* 2009. – P. 537-541.

3 *Бусыгина Е.А., Никитина Л.В., Кособудский И.Д., Васильков М.Ю.* Получение фрактальных полимерных наночастиц диоксида кремния золь-гель-методом: Третья Междунар. конф. стран СНГ // "Золь-гель-синтез и исследование неорганических соединений, гибридных функциональных материалов и дисперсных систем "золь-гель – 2014", г. Суздаль, 8-12 сент. 2014 г. – С. 152-153.

4 *Дюсенбиева К.Ж., Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж.* Антимикробная обработка целлюлозных материалов текстильных материалов золь-гель-методом // *Новости науки Казахстана.* – 2015. – № 2(50). – С. 92-99.

5 *Дюсенбиева К.Ж., Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж.* Модификация целлюлозного текстильного материала на основе золь-гель-технологии для придания антимикробных свойств // *Изв. высших учебных заведений / Технология текстильной промышленности.* – Иваново. – 2015. – № 3(357). – С. 19-23 .

6 *Filipowska B., Rybicki E., Walawska A., Matyjas-Zgondek E.* New Method for the Antibacterial and Antifungal Modification of Silver Finished Textiles // *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe.* – 2011. – Vol. 19, No. 4 (87). – P. 124-128.

Дюсенбиева Кульмайрам Жаманбаевна, PhD докторант Алматинского технологического университета, e-mail: d.kulmairam@mail.ru

Таусарова Бижамал Раимовна, проф. доктор химических наук, e-mail: birtausarova@mail.ru

Кричевский Герман Евсеевич, проф. доктор технических наук, e-mail: gek20003@gmail.com

Кутжанова Айкен Жуматаевна, проф. кандидат технических наук, e-mail: kutganova@mail.ru